

Publication number: JP55104791 (A)

Publication date: 1980-08-11

Inventor(s): HIRAYAMA SATORU; KAWADA TOSHIYUKI; MATSUZAKI MASAYOSHI

Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Description of cited Reference:

The above discloses a nuclear fuel element consisting of a hollow cylindrical outer pellet and a cylindrical inner pellet which is inserted into the outer pellet, wherein the outer pellet comprises mainly uranium dioxide or a mixture of uranium dioxide and plutonium dioxide and two or more additives selected from Al_2O_3 , BeO , MgO , SiO_2 , Na_2O , P_2O_5 , CaO and Fe_2O_3 , and wherein the inner pellet comprises mainly uranium dioxide or a mixture of uranium dioxide and plutonium dioxide and one or more additives selected from CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , ZrO_3 and Fe_2O_3 .

⑩ 公開特許公報 (A)

昭55-104791

⑤Int. Cl.³
G 21 C 3/62

識別記号

序内整理番号
6440-2G

④公開 昭和55年(1980)8月11日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑥核燃料素子

川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社総合研究所内

⑦特 願 昭54-11859

⑧發明者 松崎正義

⑨出 願 昭54(1979)2月6日

川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社総合研究所内

⑩發明者 平山悟

⑪出願人 東京芝浦電気株式会社

川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社総合研究所内

川崎市幸区堀川町72番地

⑫發明者 川田俊行

⑬代理 人 弁理士 則近恵佑 外1名

明細書

1. 発明の名称

核燃料素子

2. 本許請求の範囲

核燃料物質が二酸化ウランまたは二酸化ウランと二酸化ブルトニウムとの混合物を主成分とする核燃料素子において、前記核燃料素子は円筒状の外敷ペレットと、この外敷ペレットの内側に挿入する円柱状の内敷ペレットとからなり、前記外敷ペレットは U_3O_8 , BeO , MgO , $\text{SiO}_2\text{Na}_2\text{O}$, P_2O_5 , O_2 , Fe_2O_3 から選ばれた少なくとも 2 種類の添加物を含み、かつその添加物の総質量が前記核燃料物質の 0.2%~5% の範囲に存し、また内敷ペレットは前記核燃料物質单独又は CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , ZrO_2 , Fe_2O_3 から選ばれた 1 種類の添加物を含み、かつその添加物の量が 0.2%~5% の範囲に存することを特徴とする核燃料素子。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、発電用原子炉の核燃料棒において金属被覆管内に密封して使用するセラミック系核燃

料素子に関する。

一般に発電用原子炉に使用されている核燃料棒は第 1 図に示したように、被覆管 1 にセラミック系核燃料粉末を通常圧縮密度の 9.2~9.7 t/m³ に充填したペレット 2 を被覆管内に充填して被覆管 1 に被覆し、被覆管 1 の両端を栓 3, 4 で密封した構造である。なお、ペレット 2 の軸方向の移動はブレナム塞 6 に取付けられたバネ 5 によって防止され、またペレット 2 と被覆管 1 との間にはわずかな隙間 7 が設けられており、この隙間 7 とブレナム塞 6 間にヘリウムガスが充填されている。

原子炉内で該ペレットは被分割反応によって発熱して高溫になる。このペレットを構成するセラミック系核燃料ペレットは無伝導度が小さいため該ペレットの中心部は高温度に周辺部は低温度になる。この結果、該ペレットは第 2 図に示すように端面部の中心部と角部が膨張した形状 2a となる。かくして被覆管とペレットとの前記隙間が少ないと被覆管のペレットの膨張した端面部に対応した部分が局部的に大きな変形を受け、被覆管の

(1)

(2)

振幅が広くなる。このような現象をペレットと被覆層との機械的相互作用（POMI と称す）といふ。電力消費量に応じて出力を自由に制御し得る負荷追従運転によって直子針出力を無数に変化させると、この POMI は大きくなり、被覆層が破損する場合がある。

このような事態に至るのを避ける目的で、現在軸承等で採用されている対策は、直子針の出力変動条件を厳しく制限することによって POMI の発生を最小限に抑制する方法である。これによって発電用直子針では燃料の破損を低減することに成功している。

しかしこのように直子針の運動条件に制限を設ければ、当然のことながら所定の出力レベルまで上昇させるのに時間を要し、ブリント効率が低下し、そのため大きな経済的損失をともなうこととなる。まして前述のような負荷追従運転は直もべくなく、より根本的な解決策を見出すことが燃料分析における急務となっている。

本発明はこのような問題を解決する目的でなさ

(3)

れたもので、現行の直子針運動条件の制限緩和はもとより、負荷追従運転も可能ならしめる燃焼料粒子を供給することにある。

すなわち、本発明は燃焼料粒子が二酸化ウランまたは二酸化ウランと二酸化アルミニウムとの混合物主成分とする燃焼料粒子において、前記燃焼料粒子は円錐状の外歯ペレットと、この外歯ペレットの内側に押入する円柱状の内歯ペレットとからなり、前記外歯ペレットの燃焼料粒子は、 $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{BeO}, \text{MgO}, \text{SiO}_2, \text{Na}_2\text{O}, \text{P}_2\text{O}_5, \text{CaO}, \text{Fe}_2\text{O}_3$ から構成された少なくとも 2 種類の添加物を含み、かつその総重量が前記燃焼料粒子の 0.2%~5% の範囲に存在し、また前記内歯ペレットの燃焼料粒子は前記燃焼料粒子半径又は $\text{Gd}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{MgO}, \text{ZrO}_2, \text{Fe}_2\text{O}_3$ から構成された 1 種類の添加物を含み、かつその添加物の重量が 0.2~10 メートルの範囲に存在することを特徴とする燃焼料粒子である。

以下、本発明に係わる燃焼料粒子を二酸化ウランの燃焼料粒子の場合を例にとり詳しく説明する。

POMI はセラミック系燃焼料粒子の強度がジルコ

(3)

(4)

ニウム合金の降伏強度よりも大きいことによって惹起される現象である。従って燃焼料粒子に均らかの改良を加えてその強度を減少させれば、前述した POMI を実質的に無害化及ぼしに低減させることができると。

本発明は燃焼料粒子に他の物質を添加することによりこれを実現させた燃焼料粒子を提供するものである。第 3 図に本発明に係わる燃焼料粒子の例を示す。第 3 図の燃焼料粒子は円錐状の外歯ペレット 8 と円柱状の内歯ペレット 9 からなり、外歯ペレット 8 は二酸化ウランの機械的強度を減少すべく添加物を添加したもので、内歯ペレット 9 は二酸化ウランの機械的強度を増大すべく添加物を混入したものである。

本発明の機械的強度減少型成形の二酸化ウランを用いてペレット形状を従来の円柱状にした場合、直子針で燃焼中、燃焼室内のペレットが下部になるとほどペレット自重による軸方向応力が大きくなり、それだけ塑性変形しやすくなる。つまりペレットの塑性変形が起り易さが低くなり、直角增加

が刻むおそれがある。この直角増加はペレットと被覆層とのギヤアップを減少すことになり、POMI を増大させる場合があり得る。本発明では内歯ペレットが軸方向塑性を被覆することにより直角変動を防止することができる。

次に実施例を用いて本発明を述べる。外歯ペレットと内歯ペレットに関して、それぞれ機械的強度を減少させた場合と大すべく炭化物を選び出しこれらについて二酸化ウランに添加した場合を説明する。まず機械的強度を減少すべく外歯ペレットの半分は、 $\text{SiO}_2, \text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{BeO}, \text{MgO}, \text{P}_2\text{O}_5, \text{Fe}_2\text{O}_3$ 中から 2 種類以上の任意組合せ成分を混入せしもぞれぞれ二酸化ウラン粉末に対して重量比で 0.2~5 メートルを添加してボーラミルで十分混合した。このように調整した混合物にパラフィン 2 メートル、ステアリン酸 1 メートルを加えて 3 ton/cm² の圧力で圧縮成形した後 1700°C の温度で加熱処理して強度密度比 9.35~9.55 の燃焼料粒子を得た。

これら燃焼料の一部を被覆層にし、ピグカース硬質剤（ダイヤモンド粒子使用、荷重 500 g）を

(5)

(6)

用いて底面から1200°Cまでの軽度燃焼における硬度を測定し、無添加が二酸化ウランペレットの機械的強度に与える効果を評価した。結果の1例を第4図および第5図に示す。

第4図は SiO_2 70%、 CaO 15%および Na_2O 15%の組成を有する3成分系無添加二酸化ウラン粉末に対して、それぞれ0.2%、1%、5%添加混合した場合である。

図で明らかのように、無添加のものと比較して5%添加した場合、底面で50%，5000で約30%，1200°Cで20%の改善が認められた。

第5図は SiO_2 44%、 Al_2O_3 39%、 CaO 15%、 MgO 1.5% Fe_2O_3 0.5%の組成を有する3成分系無添加を二酸化ウラン粉末に対して、それぞれ重量比で0.2%、1%、5%添加混合した場合である。

図のように無添加のものと比較して5%添加したものでは底面で約60%，5000で約45%，1200°Cで35%の硬度低下が認められた。

以上の例のように SiO_2 、 CaO 、 Al_2O_3 、 BeO 、 MgO 、 Fe_2O_3 の中から2種類以上選んだ組合せの

無添加を二酸化ウラン混合すると二酸化ウラン単独の場合より機械的強度が減少した。

一方、機械的強度を増大すべく内歯ペレットの場合は、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZrO_2 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 SiO_2 の中から1種類を選び出し、それぞれ二酸化ウラン粉末に対して重量比で0.2~5%の範囲で添加してポーラミルで十分混合した。以下外歯ペレットと同じ方法で92~95.5%の乾燥体を有し、これら乾燥体の一端を側面研削し、ピックアース硬度計を外歯ペレットと同様により測定した。第6図に結果の1例を示す。

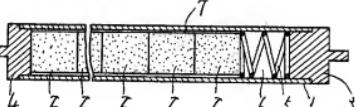
第6図から明らかのように、 Al_2O_3 1%添加した場合、無添加のものと比較して、底面で約35%、5000で約30%，1200°Cで20%の硬度上昇が認められた。また MgO 、 SiO_2 、 BeO をそれぞれ1%添加した場合も硬度上昇が認められた。

なお、ここでは堀水炉用二酸化ウラン燃料の場合を例に本発明の内容を述べたが、その効果は単に二酸化ウラン燃料のみに限らず、二酸化ウランを主成分とする高遮断用混合化合物燃料の場合に

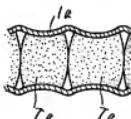
(7)

(8)

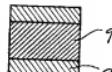
第1図



第2図



第3図



も適用できる。

4. 図面の簡単な説明

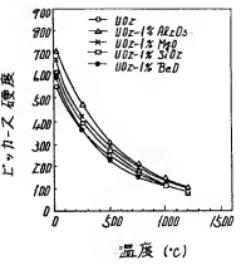
第1図は核燃料棒の断面図、第2図は核燃料棒の剥離による被覆管の変形した状態を示す被覆面図、第3図は本発明に係わる外歯ペレットと内歯ペレットからなる核燃料棒の1例を示す断面図、第4図は無添加二酸化ウラン核燃料棒とこれに3成分系の添加物を加えた場合の硬度の温度依存性を示す曲面図、第5図は無添加二酸化ウラン核燃料棒とこれに多成分系の添加物を加えた場合の硬度の温度依存性を示す曲面図、第6図は無添加二酸化ウラン核燃料棒とこれに1成分の添加物を加えた場合の硬度の温度依存性を示す曲面図である。

1, 1a … 被覆管、2, 2a … ペレット、3, 4 … 剥離、5 … パネ、6 … ブレナム室、7 … 間隔、8 … 外歯ペレット、9 … 内歯ペレット。

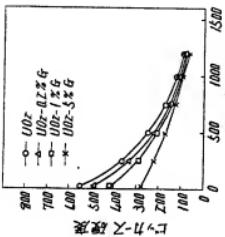
代理人 井出士 助 近藤 佑
〔ほか1名〕

(9)

第6図

G-Si₃N₄:Al₂O₃:MgO:SiO₂:BeO:UDz

第5図



第4図

